

УДК 621.577

М.В. Босий, викл.*Кіровоградський національний технічний університет*

Тепловий насос з використанням низькопотенційного джерела теплоти повітря

Розглянуто оптимальні умови роботи теплового насоса в низькотемпературних системах опалення. Отримані значення температур повітря на виході з випарника теплового насоса, температури теплоносія у системі опалення та відповідні питомі витрати енергії на привід компресора теплового насоса та вентилятора в залежності від температур навколишнього середовища для розрахункової температури нагрітого теплоносія.

тепловий насос, коефіцієнт трансформації теплового насоса, температура теплоносія, питомі витрати

Застосуванню теплових насосів як альтернативних джерел теплопостачання приділяється велика увага [1].

Теплові насоси є різновидом трансформаторів теплоти і призначені для одержання теплоносія середнього та підвищеного потенціалу, використовуваного при тепловому споживанні [2].

У сфері низькотемпературного теплозабезпечення перспективним вважається використання новітньої теплонасосної технології [3, 4].

Раціональне застосування теплових насосів для опалення полягає у виборі параметрів низькотемпературного джерела теплоти і необхідних параметрів теплоносія у системі опалення.

В теплових насосах використовують низькотемпературні джерела теплоти – це повітря, ґрунт, поверхневі природні води та підземні води.

З перелічених низькотемпературних джерел теплоти повітря має наступні переваги: у порівнянні з іншими джерелами енергії – є безкоштовним джерелом і не потребує капіталовкладень.

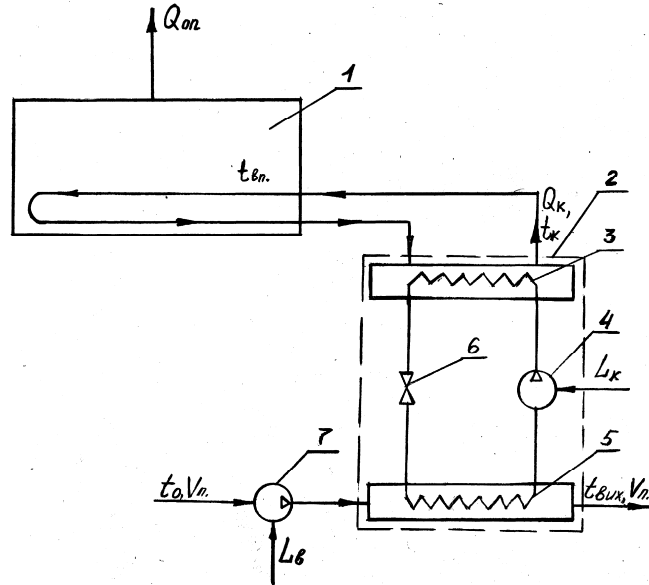
Перспективним і ефективним є поєднання роботи теплового насоса з низькотемпературними системами опалення.

Метою роботи є дослідження оптимальних умов роботи теплового насоса в низькотемпературних системах опалення з використанням теплоти повітря.

Використовуючи дані системи, необхідно вибрати умови роботи випарника ТН, оскільки ступінь охолодження повітря у випарнику впливає на умови роботи, як компресора ТН, так і вентилятора, який нагнітає повітря. При цьому ставиться задача оптимізації режимів роботи ТН і вентилятора, яка пов'язана з мінімізацією сумарних витрат енергії на теплонасосну систему водяного опалення.

Схема теплового насоса з використанням теплоти повітря в системі опалення наведена на рис. 1.

Повітря з температурою t_0 і об'ємною витратою $V_{\text{п}}$ вентилятора подається у випарник теплового насоса. У випарнику повітря охолоджується і на виході має параметри $t_{\text{вих.в}}, V_{\text{п}}$. Опалювальне приміщення має теплові втрати в навколишнє середовище $Q_{\text{оп}}$. Для їхньої компенсації використовується тепловий потік від конденсатора теплового насоса $Q_{\text{к}}$ з температурою теплоносія $t_{\text{к}}$ на вході в систему опалення.



1 – приміщення; 2 – тепловий насос (ТН); 3 – конденсатор;
4 – компресор; 5 – випарник; 6 – дросель; 7 – вентилятор

Рисунок 1 – Схема теплового насоса в системі опалення:

Для визначення оптимальних режимів роботи теплового насоса та вентилятора проаналізуємо питомі сумарні витрати енергії на систему опалення, які можна представити у вигляді:

$$L_{\text{оп}} = L_{\text{сум}} / Q_{\text{оп}} = (L_{\text{к}} + L_{\text{в}}) / Q_{\text{к}}, \quad (1)$$

де $L_{\text{к}}, L_{\text{в}}$ – витрати енергії на компресор ТН і вентилятора, кДж;

$Q_{\text{к}}$ – тепловий потік від конденсатора ТН, кДж.

Величина $L_{\text{к}}$ визначається за формулою:

$$L_{\text{к}} = Q_{\text{вин}} / (\mu - 1), \quad (2)$$

де $Q_{\text{вин}}$ – тепловий потік у випарнику ТН, кДж;

μ – коефіцієнт трансформації теплового насоса;

$\mu_{\text{Т}}$ – теоретичний коефіцієнт трансформації ТН, визначаємо за співвідношенням:

$$\mu_{\text{Т}} = \frac{1}{1 - \frac{T_{\text{в}}^{\text{ТН}}}{T_{\text{к}}^{\text{ТН}}}} = \frac{1}{1 - \frac{279}{348}} = 5, \quad (3)$$

де $T_{\text{в}}^{\text{ТН}}$ – температура випаровування робочого агента R134a у випарнику ТН, 279 К;

$T_{\text{к}}^{\text{ТН}}$ – температура конденсації робочого агента R134a в ТН, 348 К;

Величина μ може бути представлена у вигляді:

$$\mu = \mu_T \cdot \eta_{\text{ТН}} = 5 \cdot 0,6 = 3, \quad (4)$$

де $\eta_{\text{ТН}}$ – коефіцієнт втрат теплового насоса, можна прийняти $\eta_{\text{ТН}} = 0,6$;

$$Q_{\text{вип}} = V_{\text{п}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot c_{\text{р,п}} (t_{\text{о}} - t_{\text{вих.в}}), \quad (5)$$

де $V_{\text{п}}$ – об'ємна витрата повітря, м^3 ;

$\rho_{\text{п}}$ – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

$c_{\text{р,п}}$ – теплоємність повітря, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot \text{К}$.

Витрати енергії на привід вентилятора визначаємо за формулою:

$$L_{\text{в}} = V_{\text{п}} \cdot \Delta p / \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пр}}, \quad (6)$$

де Δp – витрати тиску у випарнику ТН, МПа;

$\eta_{\text{в}}$ і $\eta_{\text{пр}}$ – ККД вентилятора і його приводу, $\eta_{\text{в}} = 0,8$, $\eta_{\text{пр}} = 0,95$.

Тепловий потік $Q_{\text{к}}$, у формулі (1) визначається за рівнянням теплового балансу ТН:

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{вип}} + L_{\text{к}} \quad (7)$$

Необхідно визначити температуру повітря на виході з випарника $t_{\text{вих.в}}$, для даної температури навколишнього середовища $t_0 = -15; -10; -5; 0; 5; 10; 15^\circ \text{C}$.

Температура повітря на виході з випарника $t_{\text{вих.в}}$ визначається за наступною формулою [5]

$$t_{\text{вих. в}} = t_{\text{о}} - \frac{\mu - 1}{\mu} (t_{\text{к}} - t_{\text{п}}), \quad (8)$$

де $t_{\text{о}}$ – температура навколишнього середовища, $^\circ \text{C}$;

$t_{\text{к}}$ – температура теплоносія, що подається в систему опалення, $^\circ \text{C}$;

$t_{\text{п}}$ – температура повітря в опалювальному приміщенні, $^\circ \text{C}$.

Розраховані значення температури повітря на виході з випарника $t_{\text{вих.в}}$ наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Розраховані значення $t_{\text{вих.в}}$

$t_0, ^\circ \text{C}$	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$t_{\text{вих.в}}$	-27	-21	-16	-12	-6	-2	3	8	13

Температура води на виході з конденсатора $t_{\text{к}}$ дорівнює температурі нагрітого теплоносія на вході в систему опалення. При визначенні цієї температури враховуємо наступне. В опалювальній системі існує різниця температур між температурою нагрітого теплоносія $t_{\text{к}}$ та температурою в приміщенні $t_{\text{прим}}$.

При зниженні температури навколишнього середовища збільшується тепловий потік, необхідний для опалення, за рівнянням теплопередачі необхідно підвищувати

дану різницю температур $(t_k - t_{\text{прим}})$ і температуру теплоносія t_k . Отже, t_k і Q_k збільшується зі зниженням температури навколишнього середовища t_o .

Температура теплоносія, що подається в систему опалення визначається за рівнянням, яке виводиться на основі аналізу процесів теплообміну в системі нагріта вода – повітря в приміщенні [6]:

$$t_k = t_{\text{прим}} + (t_T^p - t_{\text{прим}}) \cdot \left(\frac{t_{\text{прим}} - t_o}{t_{\text{прим}} - t_o^p} \right)^{1/n}, \quad (9)$$

де t_T^p – розрахункова температура нагрітого теплоносія, приймаємо 50°C ;

t_o^p – розрахункова температура навколишнього середовища, $^\circ\text{C}$;

$n = 0$ – для низькотемпературних систем опалення.

Розраховані значення температури теплоносія, що подається в систему опалення наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Розраховані значення t_k

$t_o, ^\circ\text{C}$	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
$t_k, ^\circ\text{C}$	51	51,3	51,5	51,8	53	48	47	46	43

З урахуванням формул (2) – (7) вираз (1) для визначення питомих сумарних витрат енергії на систему опалення приймає вигляд:

$$L_{\text{оп}} = \frac{1}{\mu_T \eta_{\text{ТН}}} \left[1 + \frac{\Delta p / \rho_p c_p (\mu_T \cdot \eta_{\text{ТН}} - 1)}{(t_o - t_{\text{вих.в}}) \cdot \eta_v \cdot \eta_{\text{пр}}} \right]. \quad (10)$$

Таким чином, питомі витрати енергії на опалення залежать від $t_o, t_{\text{вих.в}}, \Delta p / \rho_p c_p$.

Визначені питомі сумарні витрати енергії на систему опалення за формулою (10) дорівнюють

$$L_{\text{оп}} = \frac{1}{5 \cdot 0,6} \left[1 + \frac{0,5 \cdot (5 \cdot 0,6 - 1)}{(-15 - (-21)) \cdot 0,8 \cdot 0,95} \right] = 0,40 \text{ кДж.}$$

Висновки: Наведений аналіз показує, що при використанні повітря в теплонасосній системі опалення існує оптимальний ступінь охолодження повітря у випарнику теплового насоса, що відповідає мінімальним сумарним витратам енергії на привід вентилятора та компресора теплового насоса

Визначені питомі сумарні витрати енергії на систему опалення, ефективність теплового насоса за допомогою коефіцієнта трансформації ТН, а також температуру теплоносія, що подається в систему опалення та температуру повітря на виході з випарника теплового насоса.

Список літератури

1. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний (за ред. Б.Х. Драганова) Теплотехніка: Підручник – Кив: «ІНКОС». – 2005. – 504 с.

2. Мартыновский В.С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов / Под ред. В.М. Бродянского. – М.: Энергия, 1979. – 288 с.
3. Горшков В.Г. Тепловые насосы. Аналитический обзор // Справ. Пром. оборудование. – 2004. - № 2. – С. 47-80.
4. Мартыновский В.С. Тепловые насосы. – М.: Госэнергоиздат. – 1982. – 144 с.
5. М.К. Безродний, М.А. Галан. Термодинамічна ефективність теплонасосних систем повітряного опалення / Наукові вісті НТТУ «КПІ». – 2011. – № 6. - С.30-35.
6. Шубин Е.П. Основные вопросы проектирования систем теплоснабжения городов.– М.: Энергия, 1979. – 359 с.

Одержано:6.11.14

УДК 336.7 (477)

В.Л. Позняк, студ. гр. МК-12*

Кіровоградський національний технічний університет

Грошово-кредитна політика Національного банку України

Метою даної роботи є дослідження теоретичних аспектів грошово-кредитної політики Національного Банку України та аналіз їх практичного застосування.

У статті зосереджено увагу на особливостях проведення грошово-кредитної політики Національним банком України на сучасному етапі, проблемах розвитку грошово-кредитної політики та шляхах їх усунення, а також ефективність грошово-кредитної політики щодо забезпечення фінансової стійкості економіки країни.

Ефективна грошово-кредитна політика здатна забезпечити економічну безпеку держави, що є особливо важливим в умовах процесів глобалізації економіки.

грошово-кредитна політика, аналіз грошово-кредитної політики, ефективність грошово-кредитної політики Національний банк України

Постановка проблеми. Актуальність обраної теми досить висока у сучасних економічних умовах України. Національна економіка України знаходиться в боротьбі з наслідками кризи, що проявляються в інфляційних процесах, зростанні дебіторської та кредиторської заборгованостей між підприємствами, знеціненні національної грошової одиниці, значних внутрішніх і зовнішніх заборгованостях країни, зниженні рівня та якості життя населення. На сьогодні завдання подолання цих наслідків є очевидним. Адже в кожній країні грошово-кредитна політика відіграє велике значення, тому що шляхом регулювання грошової маси в обігу вона спрямована на забезпечення ефективного функціонування економіки. Її провідними цілями є зростання економіки, налагодження зв'язків щодо повноцінної реалізації інноваційної та інвестиційної політики в державі, зростання добробуту населення, цінова стабільність, стабільність обмінного курсу тощо.

© В.Л. Позняк, 2014

* Науковий керівник: доц. Котенко Т.М.